ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: www.jtuh.org/

The Thermal Balance of the Human Body in Nineveh Governorate: a Study in Applied Climatology

Khudhur Jassim Mohammed

University of Mosul College of Education for Humanities Department of Geography

* *Corresponding author: E-mail* : Khudhur65@uomosul.edu.iq

Keywords:
the thermal balance
temperature
Adolf equation
Nineveh Governorate
lost and acquired temperature

ARTICLE INFO

Article history:
Received 15 Nov 2024
Received in revised form 28 Nov 2024
Accepted 17 Dec 2024
Final Proofreading 17 Dec 2024
Available online 25 Dec 2024
E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

ABSTRACT

This research tackles (The Thermal Balance of the Human Body in Nineveh Governorate: a Study in Applied Climatology) lying between the circles of latitude (^{0}34 ˉ00 – ^{0}37 ˉ53) north and longitude (^{0}41 ˉ 25-^{0}44 ˉ25) east with height (223) m the sea level to know the thermal balance of the human body. In fact, temperature is regarded as an important and influential climatic factor on man's health to determine the thermal balance of his body which is similar to a machine which does not move without fuel. The aim of the research is to measure know the thermal balance of the human body in Nineveh Governorate using Adolf equation and to know the acquired and lost temperature, to determine its indications during day and night depending on the descriptive method and adopting the quantitative analysis of climate data for Nineveh stations covering forty three years (1980-2022). One of the results of the research is that there is variation in temperature in the area studied. The lost temperature increases in winter, spring, and autumn , whereas the acquired temperature increases in some months of summer and autumn during day and night.

DOI: http://doi.org/10.25130/jtuh.31.12.2.2024.14

التوازن الحراري لجسم الإنسان بمحافظة نينوى(دراسة في علم المناخ التطبيقي)

خضر جاسم محمد /جامعة الموصل / كلية التربية للعلوم الانسانية

الخلاصة:

تم في هذا البحث دراسة (التوازن الحراري لجسم الإنسان بمحافظة نينوى / دراسة في في علم المناخ التطبيقي) الواقعة بين دائرتي عرض (00ˉ 34°– 53ˉ 37°) شمالاً وخطي طول (25ˉ 41°– 25ˉ 44°) شرقاً وعلى ارتفاع (223) م فوق مستوى سطح البحر. لمعرفة الإتزان الحراري لجسم الإنسان، لذا تعد درجات الحرارة بوصفها عنصراً مناخيا وعاملاً مهماً ومؤثراً في صحة الانسان لتحديد التوازن الحراري لجسمه الذي أشبه بالآله التي لا تتحرك دون وقود والطعام وقود الجسم الذي يؤمن له الطاقة التي تضمن

له البقاء على قيد الحياة. تمثلت اهداف البحث في حساب قيم التوازن الحراري لجسم الانسان في محافظة نينوى باستعمال معادلة أدولف (Adolph) ومعرفة مقدار الحرارة المكتسبة والمفقودة، وتحليل مؤشراتها أثناء النهار والليل وذلك بالاعتماد على المنهج الوصفي، وأسلوب التحليل الكمي للبيانات المناخية لمحطات نينوى لمدة ثلاثة وأربعون عاماً ممتدة بين عامي (1980–2022). ومن بين نتائج البحث وجود تباين بين درجات الحرارة بمنطقة الدراسة، كما تزداد كميات الحرارة المفقودة في أشهر الشتاء، الربيع، الخريف، بينما في أشهر الصيف وبعض من أشهر الخريف تزداد كميات الحرارة المكتسبة أثناء النهار وأثناء الليل .
الكلمات المفتاحية: التوازن الحراري، درجات الحرارة، معادلة أدولف، محافظة نينوى، الحرارة المكتسبة والمفقودة .

– المقدمة

يعد المناخ من العوامل الطبيعية المؤثرة في الإنسان ونشاطاته إذ تشير الدراسات إلى وجود صلة وثيقة بين عناصر المناخ وصحه الإنسان وراحته، وفي مقدمة هذه العناصر درجات الحرارة التي تعد عاملا رئيساً في تحديد التوازن الحراري لجسم الإنسان، والذي تحسب قيمه وفقاً لمعادلات رياضية عدة ضمن نطاق المناخ الحيوي، ومنها معادلة أدولف حيث تعد نتائجها مؤشراً على مدى تحقق التوازن الحراري لجسم الإنسان، ومقدار الحرارة المكتسبة والمفقودة أثناء النهار والليل لمختلف أوضاع جسم الإنسان، في محافظة نينوى وفقاً لمعادلة أدولف التي ستتضح عند دراسة هذه المنطقة .

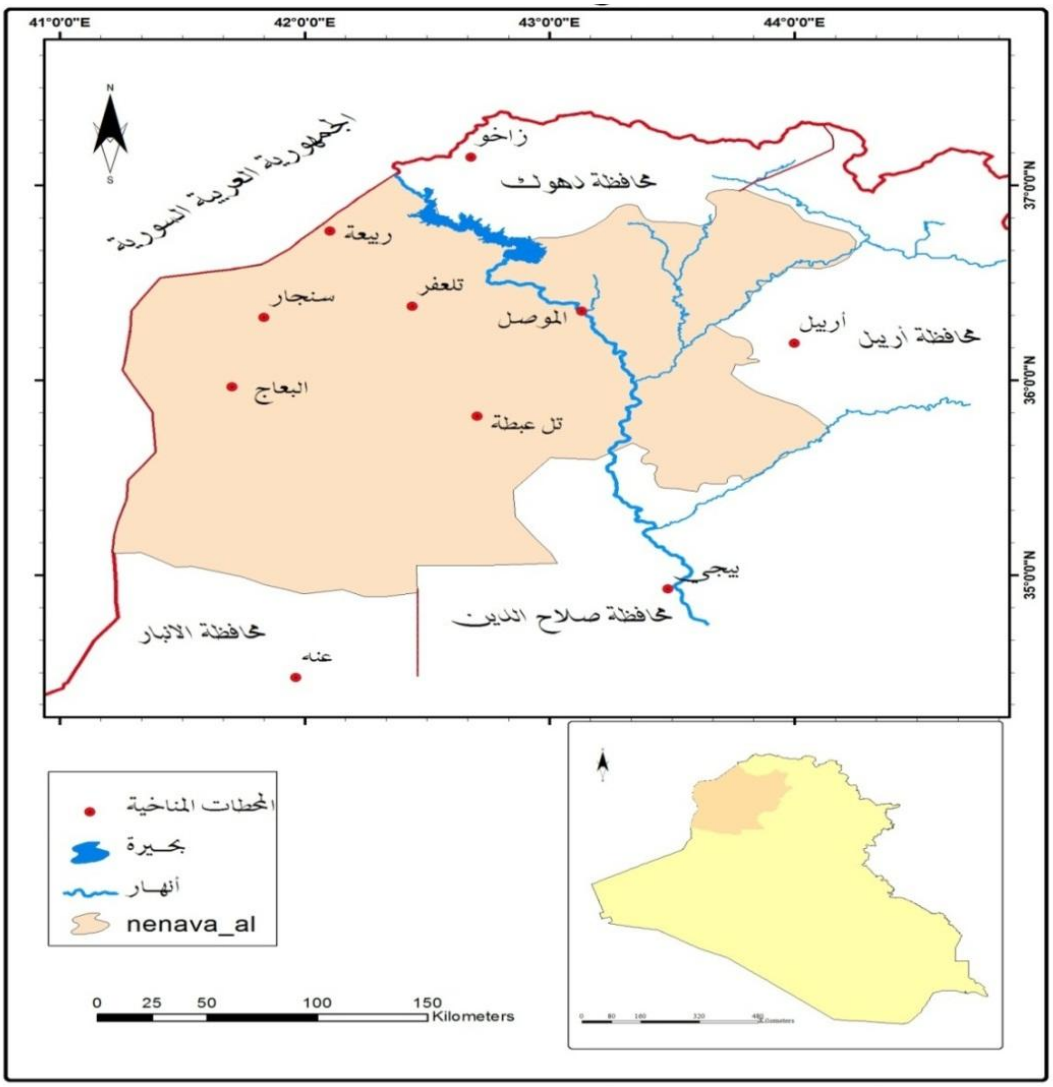
– هدف الدراسة .

يهدف البحث إلى حساب قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان ومعرفة مقدار الحرارة المكتسبة والمفقودة باستعمال معادلة أدولف وتحليل مؤشراتها فيما يتعلق بمنطقة الدراسة .

– منهج البحث .

إستعمل المنهج الوصفي وأسلوب التحليل الكمي، والبيانات المناخية (معدلات درجة حرارة الهواء) لمحطات محافظة نينوى (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) لمدة إثنان وأربعون عاماً ممتدة بين عامي (1980–2022)، لحساب قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان نهاراً وليلاً بإستعمال معادلات أدولف (1947)، فضلاً عن إستعمال بيانات المحطات المناخية المجاورة بمنطقة الدراسة (زاخو، أربيل، بيجي، عنه) لغرض الإستكمال في إنتاج الخرائط، وبرنامج أكسل في العمليات الحسابية .

الخريطة (1) الموقع والمحطات المناخية



المصدر: مديرية المساحة العامة، خريطة محافظة نينوى، 1985.

- تحديد منطقة الدراسة .

فلكياً تقع محافظة نينوى بين دائرتي عرض (00 ¯ 34° - 53 ¯ 37°) شمالاً وخطي طول (25 ¯ 41° - 25 ¯ 44°) شرقاً [1] الخريطة (1) والجدول (1) يبين مواقع هذه المحطات بالنسبة لدوائر العرض وخطوط الطول والإرتفاع عن مستوى سطح البحر .

جغرافياً تقع محافظة نينوى في الجزء الشمالي الغربي من العراق يحدها من الشمال محافظة دهوك ومن الجنوب محافظة الانبار ومن الجنوب والجنوب الشرقي محافظة صلاح الدين ومن الشرق محافظتا أربيل والتأميم ومن الغرب الجمهورية العربية السورية، الخريطة (1) .

زمانياً تمثلت البيانات المناخية لعناصر المناخ المسجلة لمحطات الرصد في منطقة الدراسة للمدة من (1980 – 2022) .

الجدول (1)

موقع المحطات لدوائر العرض وخطوط الطول والارتفاع عن مستوى سطح البحر

المحطة	الارتفاع فوق سطح البحر (م)	دائرة العرض درجة شمالاً	دائرة العرض بالدرجات	خط الطول درجة شرقاً	خط الطول بالدرجات
ربيعة	382	°36 ¯48	°36.80	°42 ¯06	°42.10
تلعفر	273	°36 ¯22	0 36.37	°42 ¯28	°42.48
سنجار	465	°36 ¯19	°36.32	°41 ¯50	°41.83
الموصل	223	°36 ¯19	°36.32	°43 ¯09	°43.15
البعاج	321	°36 ¯03	°36.03	°41 ¯48	°41.80
تل عبطة	200	°35 ¯55	°35.92	°42 ¯24	°42.40

المصدر: جمهورية العراق، اطلس مناخ العراق، الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية، بغداد، 1989 .

التوازن الحراري لجسم الإنسان .

يقصد بالتوازن الحراري هو العملية التي يكون فيها معدل ما يكتسبه الجسم من طاقة حرارية مساوياً لما يفقده من حرارة بحيث يحافظ الجسم على درجة حرارته الثابتة وهي (37) م^0 [2]. وتشير الدراسات الى ضرورة ثبات درجة حرارة جسم الإنسان الداخلية بين (36.7–37) م^0[3]، وتسعى جميع أعضاء الجسم للحفاظ على هذه الدرجة مهما كانت درجة حرارة الهواء الخارجي لتحقيق التوازن الحراري [4]. إذ إن جسم الإنسان يكون عامة في حالة راحة ضمن مدى حراري ضيق (26–40) م^0 لمدة زمنية قصيرة فقط، وخلف هذين الحدين من الدرجة الداخلية الحرارية للإنسان فان النتيجة الهلاك والموت، على الرغم من تسجيل درجة حرارة منخفضة (18) م^0 ومرتفعة نحو (43.51) م^0 [5]، وإن المدى الطبيعي لدرجة حرارة جسم الإنسان هو بين (35.5–40) م^0 وإن اختلاف درجة حرارة الجسم عن هذا المدى يكون له تأثير على حياة الإنسان وسلوكه[6]. لذلك يعد التوازن الحراري لجسم الإنسان من أهم الأسباب التي تؤدي الى راحة الإنسان أو عدم راحته، فالتوازن الحراري داخل جسم الإنسان مرتبط كثيراً بالجو الخارجي المحيط بالإنسان، فإذا كانت درجة حرارة الجو الخارجي أعلى من درجة حرارة جسم الإنسان فإنها تؤثر تأثيراً مباشراً على رفع درجة حرارة الجسم أكثر من اللازم والعكس من ذلك، إذا كانت درجة

حرارة الجو الخارجي أقل من درجة حرارة الجسم فإنها تؤدي إلى خفض درجة حرارة الجسم أكثر من اللازم، ويؤدي ذلك إلى عدم توازن حراري لجسم الإنسان، وبالتالي يؤدي إلى عدم الراحة والإنزعاج، أما إذا كانت درجة الحرارة متساوية مع درجة حرارة الجسم فتؤدي إلى توازن حراري لجسم الإنسان تعد مثالية للإنسان[7] ، وللمحافظة على راحة الإنسان يجب الحفاظ على درجة حرارة ثابتة للجسم، مما يتطلب جهوداً كيمياوية وفيزيائية يقوم بها جسم الإنسان وإذا ما إستمرت يكون ذلك على حساب صحة الإنسان وطاقة جسمه، إذ إن ارتفاع درجة حرارة الجسم (5) م^0 عن المعدل يؤدي الى تعطل معظم أجهزة الجسم الحساسة وربما تحدث الوفاة، بينما يستطيع الجسم من ناحية أخرى أن يتحمل انخفاضاً في درجة الحرارة قد يصل إلى أكثر من (10) م^0، ويحافظ الجسم السليم على معدل حرارته (37) م^0 بوسائل عديدة من أهمها إفراز العرق والدورة الدموية، ويتوقف ذلك على تأثير المناخ بشكل مباشر على تلك الدرجة، فعندما يعمل المناخ على رفعها أو خفضها[8]، تبدأ العمليات الفسيولوجية في الجسم بعملها لحفظ التوازن الحراري بين الجسم والمحيط الخارجي عن طريق جعل مقدار ما يفقده الجسم من حرارة مساوياً لما ينتجه، ففي حالة التعرض للبرودة المفاجئة فإن الأوعية الدموية الملاصقة للجلد تتقلص وتظل بعيدة عن السطح الخارجي للجسم فيقل تدفق الدم فيها ولا يصل إلى السطح حيث تتعرض حرارته للضياع بملامسة الجلد للجو البارد، وتحدث عملية الإرتعاش التي تؤدي إلى تسريع إنتاج الطاقة في الجسم البشري من خلال حركة العضلات السريعة والمفاجئة حتى يستطيع الجسم تعويض الفاقد الحراري[9]. وبعبارة أخرى إن الإرتعاش الذي يصيب الجسم نتيجة إنخفاض الحرارة فإنه يؤدي الى جلب كمية أكبر من الدم الى محيط الجلد مما يؤدي الى فقدان أكبر من الطاقة التي يولدها الجسم[10]. أما في حالة تعرض الجسم للحرارة العالية المفاجئة فإن الأوعية الدموية تتسع لتسمح بمرور كمية كبيرة من الدم إلى خلايا الجلد، لتبديد الطاقة الزائدة عن طريق إفراز العرق أي سحب الماء من الدم عبر المسامات المنتشرة على الجلد وذلك لتقليل ضغط الحرارة على الجسم[11]، فالجلد والطبقة الدهنية التي توجد اسفله تكون شبه غطاء طبيعي لبقية الجسم والمسؤول عن ذلك مركز لتنظيم درجات الحرارة يسمى الهيبوثالامس ويشبه جهاز الترموستات الذي ينظم درجة الحرارة في الثلاجات الكهربائية[12]. ومن الأخطار التي قد يتعرض لها الإنسان من خلال الإجهاد الشديد في الجو الحار الرطب إذ يصاب الإنسان بـ (ضربة الحرارة) وهي توقف الجسم عن التعرق تماماً مما يؤدي إلى رفع درجة حرارته وما يترتب على ذلك من الإصابة بالعديد من الأمراض وفي بعض الأحيان حدوث حالة الوفاة، أما في الجو الحار الجاف فيصاب الإنسان بـ (ضربة الشمس) إذ تزداد عملية إفراز العرق بشكل كبير مما يؤدي إلى فقد كميات كبيرة من أملاح الجسم ونقص حاد في الماء الموجود في الخلايا وقد يؤدي الى الموت [13].

وتتعلق كمية الحرارة المولدة في الجسم ذاتياً بكمية الطعام ونوعيته والحالة الطبيعية للجسم، لذا يشكل الطعام المصدر الرئيس لحرارة الجسم وحوالي (80)% من الطاقة المتولدة منه ذاتياً يستخدم في

نمو الجسم وتجديده وإنتاج الحرارة، والنسبة الباقية (20)% تستخدم طاقة للأنشطة اليومية، وتلعب درجة حرارة الجلد (33) م^0 دوراً هاماً في عملية التوازن الحراري، لكونها عنصراً هاماً في عملية التبادل الحراري مع الوسط المحيط بالجسم، عن طريق عمليات النقل الحراري من الجسم والجلد الى الخارج، والعكس بعمليات التوصل والحمل والإشعاع والتبخر فعندما تكون درجة حرارة الوسط المحيط أكبر من (33) م^0 فيحدث عندئذ انتقال حراري نحو الجسم والعكس صحيح[14] .

- العلاقات الرياضية لحساب عمليات التبادل الحراري لجسم الإنسان (الفقدان والإكتساب) .

الإختلافات البشرية أمر مسلم بها، حيث إن درجة تفاعل الإنسان مع التقلبات الجوية والاحوال الجوية السائدة تختلف وفقاً للعديد من المتغيرات ممثلة في سلامة الجسم وخلوه من الامراض، العمر، الجنس (ذكر أم أنثى)، نوعية الملابس والطعام، ودرجة التأقلم مع الوسط الذي يعيش فيه، فالإنسان يعيش في وسط يتبادل معه الطاقة بمختلف الوسائل ويكتسب حرارته من من المصادرالأربعة الآتية **(الإشعاع، الحمل، التوصيل، التبخر)**، ويحاول الإنسان دائماً توليد طاقة داخلية عن طريق تحويل الغذاء، وعن طريق الحركة ليتكيف ويتعايش مع التقلبات الجوية، فإذا ما فاقت التقلبات الجوية قدرة الجسم على التعادل معها شعر الإنسان بالضيق والإنزعاج، إذا ما بلغ التطرف حداً كبيراً فقد يصاب الإنسان بضربة حر إذا كان الجو فائق السخونة، أو يتجمد بدءاً من أطرافه إذا ما تدنت درجة الحرارة إلى حدود عدم الاحتمال[15] .

لذا يصل جسم الإنسان الى مرحلة التوازن الحراري عندما تتساوى الحرارة المفقودة (الخسارة) مع الحرارة المكتسبة (المكسب) وفق العلاقة الآتية[16] :

$$R_+ + C_+ + P_+ + M = R_- + C_- + P_- + E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

وبإعتبار قيمة (P) صغيرة فإن المعادلة عموماً تأخذ الصيغة الآتية :

$$R +- C +- M - E = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

الإشعاع (R_+) من السطوح التي درجة حرارتها تزيد عن (33) مْ (كالشمس، المصابيح....).

الحمل (C_+) من الهواء الحار التي تزيد درجة حرارته عن (33) مْ .

التوصيل (P_+) من الإلتماس الجسمي مع الأجسام المرتفعة الحرارة .

الحرارة المفقودة ذاتياً في الجسم (M) بواسطة الإستقلاب كيميائياً (Metabolism) أي (الطاقة الأيضية الحرارية الناتجة عن أحتراق الغذاء) ويخسر الجسم البشري بالطرق الآتية :

الإشعاع (R ـ) إلى السطوح المجاورة التي تقل درجة حرارتها عن (33) مْ .

الحمل (C ـ) بواسطة الهواء المتحرك الذي يحمل الحرارة المنبعثة من الجسم .

التوصيل (P ـ) من التماس الجسمي مع الاجسام الأبرد منه .

حرارة التبخر (E) وهي خسارة حرارية .

وقيم (P^+) و (P^-) صغيرتان في حال كون الإنسان عارياً وغير مستلق في حالة تماس مع أرض ساخنة أو أرض رطبة وباردة، أما إذا كان مرتدياً ملابسه، فان التوصيل مع طية (طبقة) اللباس قد يكون كبيراً في بعض الحالات .

وتجدر الإشارة هنا الى القول في درجة حرارة الهواء أقل من (10) $م^0$ فإن: (R−+C−=9E) ، بينما عند درجة حرارة (21) $م^0$ فإن: (R−+C−=4E) . وتبدو (E) في درجات الحرارة تلك على شكل خسارة غير محسوسة تتم بصورة رئيسة عن طريق الرئتين، وبالطبع إن العلاقات السابقة هي علاقات تقريبية، وعند درجة حرارة الهواء (30) $م^0$ فإن (R−+C−=E)، بينما في درجات حرارة أعلى فإن (E) تبدأ في السيادة حتى تصل الحرارة الى (33) $م^0$ ويكون الفاقد بالإشعاع والحمل معدوماً تقريباً.

يضاف الى ما تقدم من طرق خسارة الجسم البشري للحرارة، التنفس ومساهمته لا تزيد عن (2) %، والتبول والتبرز ونسبتهما لا تزيد عن (1) % .

فاذا كان ناتج العملية صفراً فإن الجسم يكون في حالة التوازن الحراري، أما اذا كانت النتيجة أكثر أو أقل من الصفر، فإن الجسم يعاني من إرتفاع أو إنخفاض حرارته على التعاقب. إن الطاقة الحرارية المولدة في جسم لدى شخص اعتيادي في حالة راحة ولكنه مستيقظ تساوي (50 كيلو سعرة/ $م^2$. ساعة) ويصطلح على تسميتها بـ (MET) و (MET= 50 كيلو سعرة/ $م^2$. ساعة)، وإن توليد (MET) واحد في الجسم يؤدي الى رفع درجة حرارة الجسم درجة مئوية واحدة في الساعة إذا لم تتبدد الطاقة خارج الجسم، والغذاء هو المسؤول عن توليد هذه الطاقة والتي يستعمل منها (80)% لبناء الجسم و (20)% للنشاط اليومي[17].

تعد درجات الحرارة من أهم عناصر المناخ المؤثرة في صحة الإنسان، ويستطيع الإنسان أن يستمد كمية من الحرارة المشعة من البيئة في حالة وجود سطح مشع واقع على خط مباشر مع الجزء الأكبر من جسمه، وهذا يمده بدرجة حرارة تزيد على (33) $م^0$ وهي درجة حرارة الجسم الخارجية أو سطح الجسم (درجة حرارة الجلد)، لذلك وجدت معادلات عدة يمكن من خلالها تمثيل التوازن الحراري لجسم الإنسان في مجال المناخ التطبيقي، ومنها معادلة أدولف (Adolph, 1947)، ومعادلة سميث (Smith,

1975)، ومعادلة كريفث (Grifith, 1976). إذ وضع أدولف قيماً تقريبية يمكن بواسطتها حساب كمية الكسب والفقد الحراري لجسم الإنسان عن طريق الإشعاع لذا يعبر عن تلك القيم بـ (كيلو سعرة / ساعة). وقد قام بتطبيق علاقات رياضية لتحديد طبيعة التوازن الحراري لجسم الإنسان في أثناء النهار وأثناء الليل بالاعتماد على درجة حرارة الهواء، تم إستعمال علاقات أدولف (1947) في هذا البحث وقد أعدها بظروف الصحاري أو المناطق الجافة وهي كالآتي[18] :

المعادلة الأولى : التوازن الحراري لجسم عارٍ تحت الشمس .

$$R = \{(T - 33)\ 25\} + 200 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

المعادلة الثانية : التوازن الحراري لجسم يرتدي ملابس تحت الشمس (نهاراً) .

$$R = \{(\ T - 33\ )\ 22\ \} + 100 \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

المعادلة الثالثة : التوازن الحراري لجسم يرتدي ملابس في الليل (ليلاً) .

$$R = \{(\ T - 33\ )\ 18\ \} + 20 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

إذ أن :

R : كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة بالإشعاع (كيلو سعرة / ساعة) .

T : درجة حرارة الهواء ($م^0$) .

وتشير نتيجة الصفر الى وجود توازن حراري لجسم الإنسان، أما إذا كانت النتيجة سالبة فإنها تعني وجود فقد حراري لجسم الإنسان، بينما تعني النتيجة الموجبة وجود كسب حراري لجسم الإنسان .

نستنتج من العلاقات السابقة إن الإنسان يشعر بالراحة عندما يتساوى مجموع ما يحصل عليه جسمه من طاقة سواء كانت طاقة داخلية يحصل عليها من أكسدة الطعام الذي يتناوله، أو طاقة خارجية يحصل عليها من الوسط الذي يوجد فيه مع معدل الطاقة التي يفقدها الى الوسط المحيط به سواء عن طريق الإشعاع أو الحمل أو التوصيل أو التبخر .

التحليل المكاني لمؤشرات التوازن الحراري لجسم الإنسان .

اولاً: التوازن الحراري لجسم عارٍ تحت الشمس .

يظهر من تطبيق معادلة أدولف في الجدول (2) إن متوسط التوازن الحراري الشهري يظهر فقداً حرارياً إذ يبلغ هذا الفقد أقصاه في فصل الشتاء، وقد سجل شهر كانون الثاني أقصى القيم بلغت

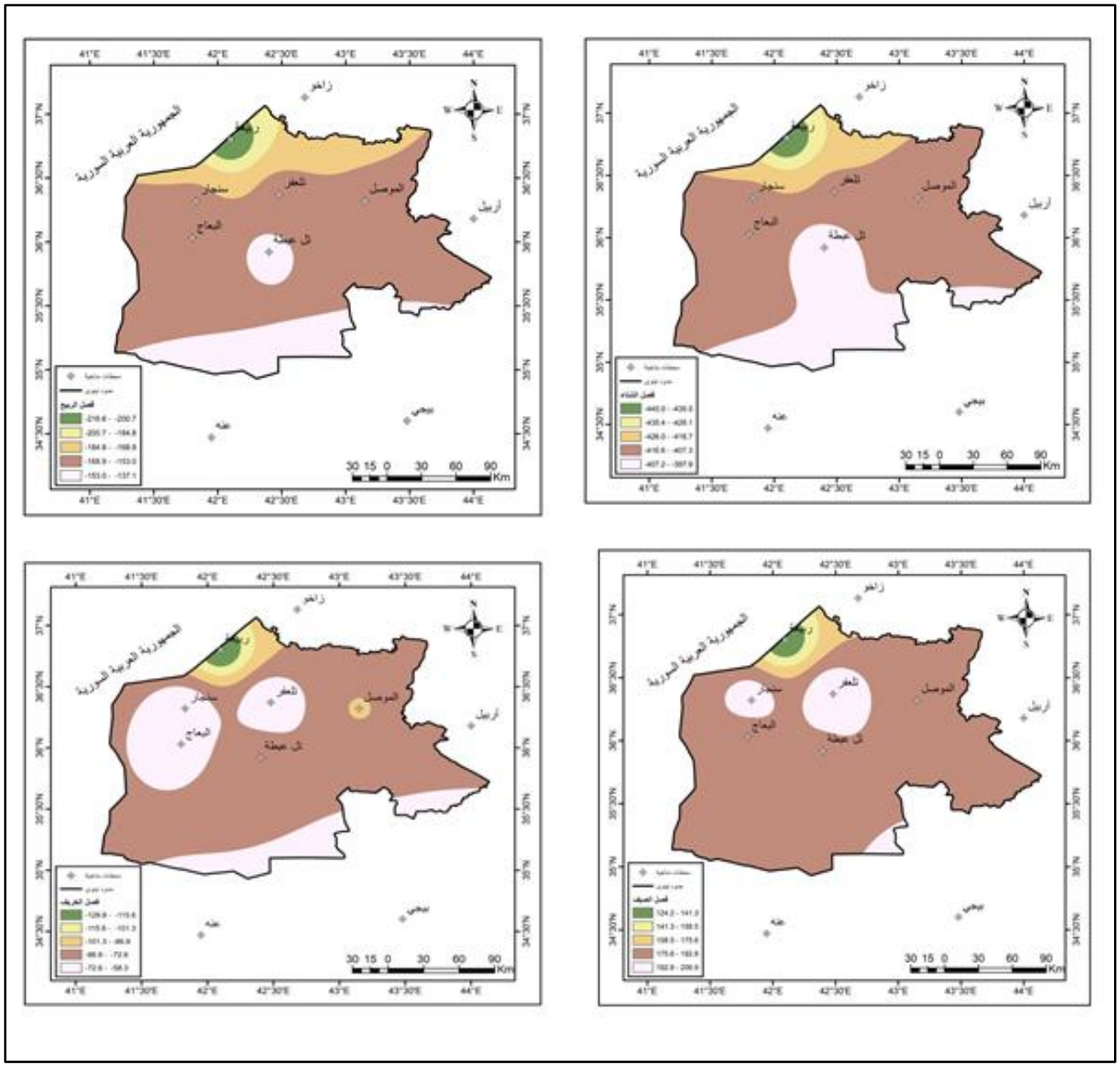
(475.0-، 435.0 -، 447.2 -، 440.0 -، 435.0-، 422.5-) كيلو سعرة / ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب. فإن الفقد الحراري يتناسب عكسياً مع درجة الحرارة وطردياً مع سرعة الرياح، ويختلف الأمر في فصل الصيف إذ يظهر أعلى كسباً حرارياً بقيم بلغت (162.5، 250.0، 242.5، 227.5، 222.5، 235.0) كيلو سعرة / ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج' تل عبطة) على التعاقب .

الجدول (2) قيم التوازن الحراري لجسم عارٍ تحت الشمس نهاراً (كيلو سعرة/ ساعة) حسب الأشهر والفصول للمدة (1980 – 2022)

الأشهر	ربيعة	تلعفر	سنجار	الموصل	البعاج	تل عبطة
كانون الأول	-435.0	-392.5	-387.5	-400.0	-392.5	-387.5
كانون الثاني	-475.0	-435.0	-447.5	-440.0	-435.0	-422.5
شباط	-445.0	-417.5	-412.5	-405.0	-395.0	-390.0
الشتاء	**-445.0**	**-415.0**	**-415.8**	**-415.0**	**-407.5**	**-400.0**
آذار	-357.5	-325.0	-320.0	-310.0	-312.5	-307.5
نيسان	-220.0	-170.0	-167.5	-175.0	-162.5	-150.0
مايس	-72.5	5.0	-12.5	-20.0	2.5	15.0
الربيع	**-216.7**	**-163.3**	**-166.7**	**-168.3**	**-157.5**	**-147.5**
حزيران	70.0	150.0	142.5	130.0	127.5	145.0
تموز	162.5	250.0	242.5	227.5	222.5	235.0
آب	140.0	230.0	225.0	205.0	197.5	195.0
الصيف	**124.2**	**210.0**	**203.2**	**187.5**	**182.5**	**191.7**
أيلول	32.5	125.0	117.5	87.0	90.0	87.5
تشرين الأول	-120.0	-52.5	-52.5	-80.0	-50.0	-62.5
تشرين الثاني	-302.5	-247.5	-252.5	-270.0	-250.0	-265.0
الخريف	**-130.0**	**-58.3**	**-62.5**	**-87.7**	**-70.0**	**-80.0**
المعدل	-167.0	-106.7	-110.4	-120.9	-113.1	-109.0

المصدر: العلاقة (3) .

الخريطة (2) تمثل قيم التوازن الحراري لجسم عار تحت الشمس نهاراً (كيلو سعرة/ ساعة) حسب الفصول للمدة (1980–2022)



المصدر : الجدول (2) .

. أما التوزيع الفصلي فقد تبين من الجدول (2) والخريطة (3) إن المتوسط الفصلي للتوازن الحراري لجسم الإنسان، قد سجل أعلى فقد حراري له في فصل الشتاء بقيم بلغت (445.0–، 415.0–، 415.8–، 415.0–، 407.5–، 400.0–) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب، أما في فصل الربيع فقيم الفقد الحراري بلغت (216.6–، 163.3–، 166.7–، 168.3–، 157.5–، 147.5–) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر،

سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب، بينما سجل فصل الصيف كسباً حرارياً واضحاً إذ بلغ (142.2، 210.0، 203.2، 187.5، 182.5، 191.7) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب، أما فصل الخريف فقد بلغت قيمه (130.0- ، 58.3-، 62.5-، 87.7-، 70.0-، 80.0-) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب. إن التفاوت في قيم الكسب والفقد الحراري لجسم الإنسان يعود وبشكل رئيس الى التباين في درجات الحرارة وكذلك عامل الإرتفاع والإنخفاض عن مستوى سطح البحر له الأثر البالغ على تحديد درجات الحرارة، وتأثيرها الواضح على مختلف عناصر المناخ.

أما من حيث المتوسط السنوي للتوازن الحراري لجسم الإنسان الجدول (2) لا يظهر كسباً حرارياً، فقد سجلت تبايناً واضحاً للفقد الحراري إذ سجلت أعلى قيمة للفقد الحراري في محطة ربيعة بلغت (167.5-) كيلو سعرة / ساعة وأقلها في محطة تلعفر بلغت (106.7-) كيلو سعرة/ ساعة .

ثانياً: التوازن الحراري لجسم مرتدٍ ملابس تحت الشمس (نهاراً) .

عند تطبيق معادلة أدولف لجسم يرتدٍ ملابس تحت الشمس فيتضح من الجدول (3) إن التوزيع الشهري لمتوسط التوازن الحراري لجسم الإنسان ومقارنته بنتائج الجسم العارٍ نجد إن الكسب الحراري للجسم يقل والفقد الحراري يزيد عن ما هو في الجسم العارٍ، وهذا يظهر أثر الملابس على كمية الحرارة المكتسبة والمفقودة. فقد سجل أعلى فقد حراري في شهر كانون الثاني بقيم بلغت (494.0-، 458.8-، 469.8-، 463.2-، 458.8-، 447.8-) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب، بينما سجل أعلى كسب حراري في شهر تموز بقيم بلغت (67.0، 144.0، 137.4، 124.2، 119.8، 130.8) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب، وهذا سببه طول النهار وصفاء الجو وانقطاع المنخفضات الجوية وإنعدام التيارات الهوائية الباردة .

أما التوزيع الفصلي فقد تبين من الجدول (3) والخريطة (3) لجسم مرتدٍ ملابس تحت الشمس فإن أعلى القيم للفقد الحراري سجلت في فصل الشتاء بلغت (473.5-، 441.2-، 441.9-، 441.2-، 434.6-، 428-) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب. بينما سجل فصل الربيع قيم فقد حراري بلغت (266.7-، 219.7-، 222.7- 224.1-، 214.6-، 205.8-) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب. أما فصل الصيف فقد سجل أعلى كسب حراري خلال

فصول السنة بلغت (33.3، 108.8، 102.9، 88.9، 84.6، 92.7) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب لنفس الأسباب التي ذكرت أعلاه . أما فصل الخريف من حيث قيم الفقد الحراري سجلت (190.4-، 127.3-، 131.7-، 153.0-، 137.6-، 146.4-) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب .

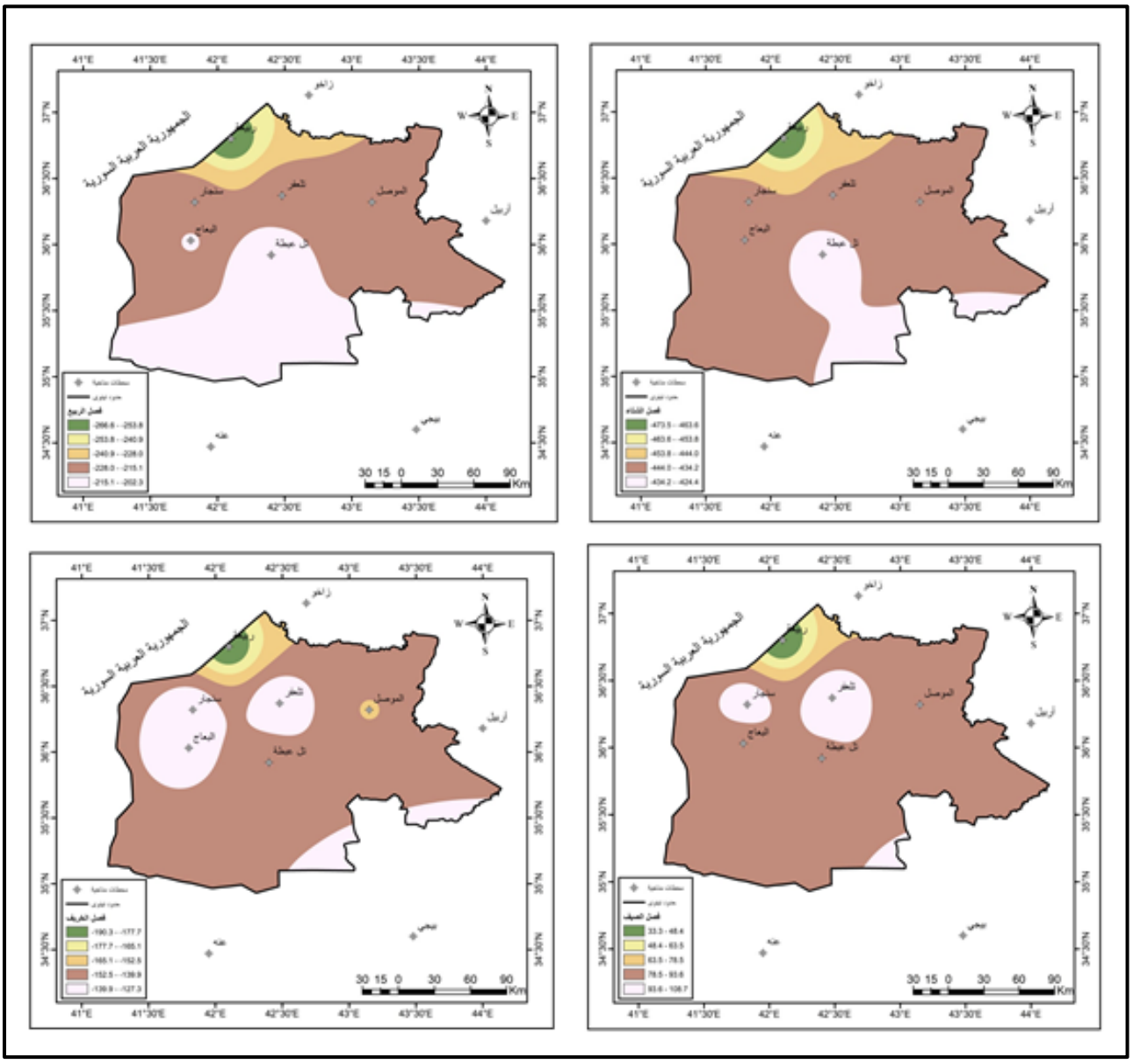
أما من حيث المتوسط السنوي للتوازن الحراري لجسم الإنسان الجدول (3) لا يظهر كسباً حرارياً، فقد سجلت تبايناً واضحاً للفقد الحراري إذ سجلت أعلى قيم للفقد الحراري في محطة ربيعة بلغت (224.3-) كيلو سعرة/ ساعة وأقلها في محطة تلعفر بلغت (169.9-) كيلو سعرة/ ساعة .

الجدول (3) قيم التوازن الحراري لجسم يرتدي ملابس تحت الشمس (كيلوسعرة/ ساعة) حسب الأشهر والفصول للمدة (1980-2022)

الأشهر	ربيعة	تلعفر	سنجار	الموصل	البعاج	تل عبطة
كانون الأول	-458.8	-421.4	-417.0	-428.0	-421.4	-417.0
كانون الثاني	-494.0	-458.8	-469.8	-463.2	-458.8	-447.8
شباط	-467.6	-443.4	-439.0	-432.4	-423.6	-419.2
الشتاء	**-473.5**	**-441.2**	**-441.9**	**-441.2**	**-434.6**	**-428.0**
آذار	-390.6	-362.0	-357.6	-348.8	-351.0	-346.6
نيسان	-269.6	-225.6	-223.4	-230.0	-219.0	-208.0
مايس	-139.8	-71.6	-87.0	-93.6	-73.8	-62.8
الربيع	**-266.7**	**-219.7**	**-222.7**	**-224.1**	**-214.6**	**-205.8**
حزيران	-14.4	56.0	49.4	38.4	36.2	51.6
تموز	67.0	144.0	137.4	124.2	119.8	130.8
آب	47.2	126.4	122.0	104.4	97.8	95.6
الصيف	**33.3**	**108.8**	**102.9**	**88.9**	**84.6**	**92.7**
أيلول	-47.4	34.0	25.2	1.0	3.2	1.0
تشرين الأول	-181.6	-122.2	-122.2	-146.4	-120.0	-131.0
تشرين الثاني	-342.2	-293.8	-298.2	-313.6	-296.0	-309.2
الخريف	**-190.4**	**-127.3**	**-131.7**	**-153.0**	**-137.6**	**-146.4**
المعدل	-224.3	-169.9	-173.4	-182.3	-175.6	-171.9

المصدر: العلاقة (4) .

الخريطة (3) قيم التوازن الحراري لجسم يرتدي ملابس تحت الشمس (كيلوسعرة/ ساعة) حسب الفصول



للمدة (1980–2022)

المصدر : الجدول (3) .

ثالثاً: التوازن الحراري لجسم يرتدي ملابس في الليل (ليلاً)

عند تطبيق معادلة أدولف لجسم يرتدٍ ملابس في الليل فيتضح من الجدول (4) إن التوزيع الشهري لمتوسط التوازن الحراري لجسم الإنسان سجل فقداً حرارياً خلال أشهر السنة، إذ سجل أكبر قيم للفقد الحراري في شهر كانون الثاني بلغت (466.0–، 437.2–، 446.2–، 440.8، 437.2–، 428.2–) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على

التعاقب، في حين سجل شهر تموز أقل قيم له في الفقد الحراري بلغت (7.0-، 56.0، 50.6، 39.8، 36.2، 45.2) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب .

أما التوزيع الفصلي للاتزان الحراري لجسم يرتدي ملابس في الليل (ليلاً) فقد تبين من الجدول (4) والخريطة (4) إن أعلى القيم للفقد الحراري سجلت خلال فصل الشتاء بلغت (449.2-، 422.8-، 423.4-، 422.8-، 417.4-، 412.0-) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب، أما في فصل الربيع فقد سجل فقد حراري بلغت قيمه (280.0-، 241.6-، 244.0-، 245.2-، 237.4-، 230.2-) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب، وأما فصل الصيف فقد سجل أقل القيم للحرارة المفقودة من جسم الإنسان بلغت (34.6-، 27.2، 22.4، 11.0، 7.4، 14.0) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب، في حين سجل فصل الخريف فقداً حرارياً بلغ (217.6-، 166.0-، 169.6-، 187.0-، 174.4-، 181.6-) كيلو سعرة/ ساعة للمحطات (ربيعة، تلعفر، سنجار، الموصل، البعاج، تل عبطة) على التعاقب .

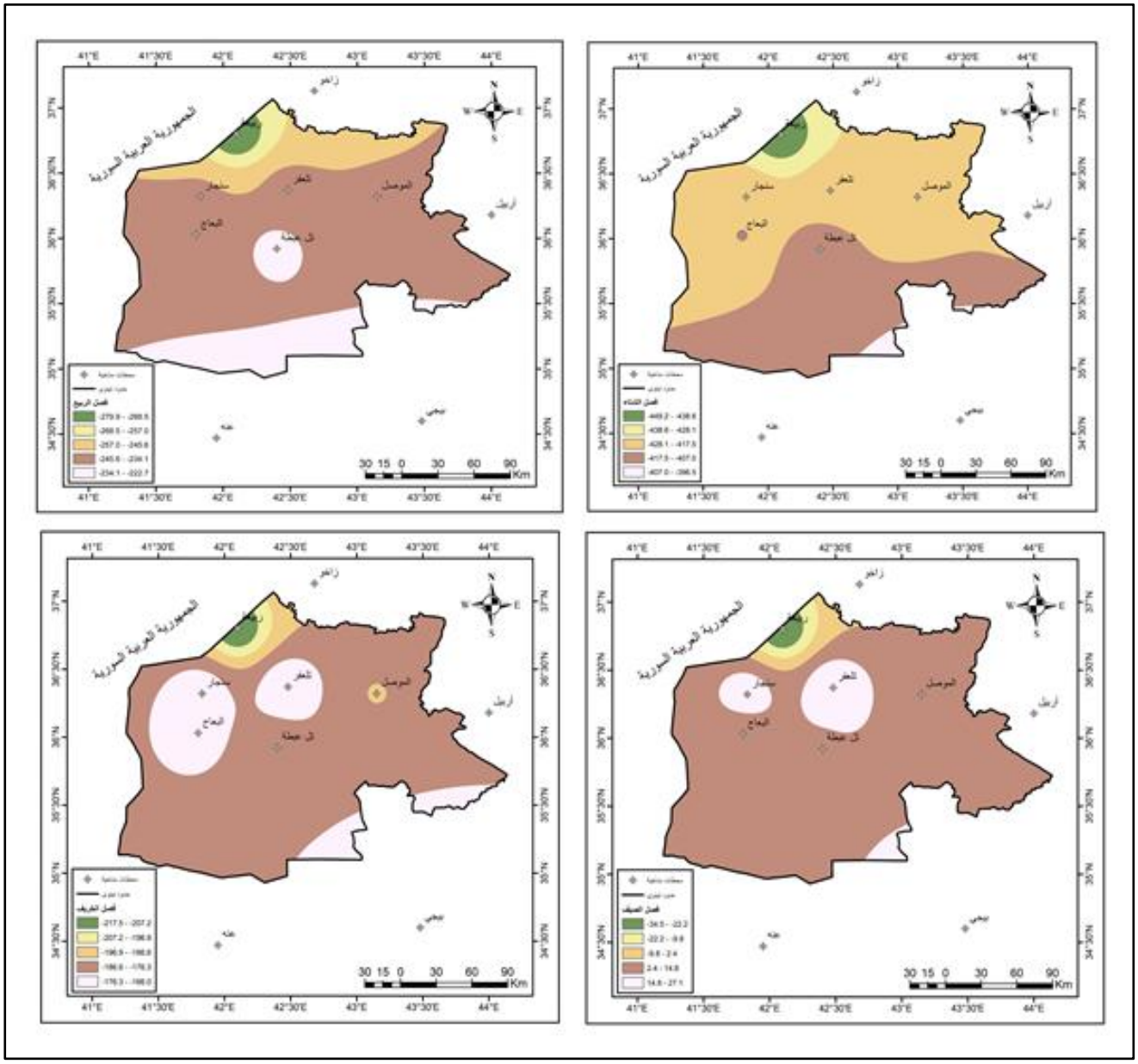
الجدول (4) قيم التوازن الحراري لجسم يرتدي ملابس في الليل (ليلاً) كيلو سعرة/ ساعة حسب الأشهر والفصول للمدة (1980–2022)

الأشهر	ربيعة	تلعفر	سنجار	الموصل	البعاج	تل عبطة
كانون الأول	−437.2	−406.6	−403.0	−412.0	−406.6	−403.0
كانون الثاني	−466.0	−437.2	−446.2	−440.8	−437.2	−428.2
شباط	−444.4	−424.6	−421.0	−415.6	−408.4	−404.8
الشتاء	**−449.2**	**−422.8**	**−423.4**	**−422.8**	**−417.4**	**−412.0**
آذار	−381.4	−358.0	−354.4	−347.2	−349.0	−345.4
نيسان	−282.4	−246.4	−244.6	−250.0	−241.0	−232.0
مايس	−176.2	−120.4	−133.0	−138.4	−122.2	−113.2
الربيع	**−280.0**	**−241.6**	**−244.0**	**−245.2**	**−237.4**	**−230.2**
حزيران	−73.6	−16.0	−21.4	−30.4	−32.2	−19.6
تموز	−7.0	56.0	50.6	39.8	36.2	45.2
آب	−23.2	41.6	38.0	23.6	18.2	16.4
الصيف	**−34.6**	**27.2**	**22.4**	**11.0**	**7.4**	**14.0**
أيلول	−100.6	−34.0	−41.2	−61.0	−59.2	−61.0
تشرين الأول	−210.4	−161.8	−161.8	−181.6	−160.0	−169.0
تشرين الثاني	−341.8	−302.2	−305.8	−318.4	−304.0	−314.8
الخريف	**−217.6**	**−166.0**	**−169.6**	**−187.0**	**−174.4**	**−181.6**
المعدل	−245.4	−200.8	−203.7	−211.0	−205.5	−202.5

المصدر: العلاقة (5) .

المصدر : الجدول (4) .

الخريطة (4) تمثل قيم التوازن الحراري لجسم يرتدي ملابس في الليل (ليلاً) كيلو سعرة/ ساعة حسب الفصول للمدة (1980–2022)



أما من حيث المتوسط السنوي للتوازن الحراري لجسم الإنسان ليلاً الجدول (4) لا يظهر كسباً حرارياً، فقد سجلت تبايناً واضحاً للفقد الحراري إذ سجلت أعلى قيم للفقد الحراري في محطة ربيعة (245.4–) كيلو حريرة/ ساعة وأقلها في محطة تلعفر بلغت (200.8–) كيلو سعرة/ ساعة .

الإستنتاجات :

– يعد شهر كانون الثاني من أكثر شهور السنة من حيث كمية الحرارة المفقودة في منطقة الدراسة في أثناء النهار، بينما يمثل شهر تموز أكثر شهور السنة من حيث كمية الحرارة المكتسبة في منطقة الدراسة أثناء النهار .

– يبدأ التحول من الفقد الحراري الى الكسب الحراري في أثناء النهار في منطقة الدراسة بحلول شهر حزيران ثم ينقلب الى فقد حراري بحلول شهر تشرين الأول لكل المحطات، بإستثناء محطة ربيعة يبدأ التحول من الفقد الحراري الى الكسب الحراري في شهر تموز ثم ينقلب الى الى فقد حراري بحلول شهر أيلول . .

– سجل أعلى قيم للفقد الحراري لجسم عارٍ تحت الشمس (نهاراً) في محطة ربيعة بواقع (475.0−) في شهر كانون الثاني، بينما سجل أدنى القيم بلغت (12.5−) في شهر مايس لمحطة سنجار .

– إن أعلى قيم للفقد الحراري سجلت لجسم يرتدي ملابس تحت الشمس (نهاراً) في شهر كانون الثاني (494.0−) بينما سجل أدنى القيم في شهر حزيران بلغت (14.4−) في محطة ربيعة .

– إن أعلى قيم للفقد الحراري سجلت لجسم يرتدي ملابس في الليل في شهر كانون الثاني (444.4−) بينما سجل أدنى القيم في شهر تموز بلغت (7.0−) في محطة ربيعة .

– سجل أعلى قيم للكسب الحراري لجسم عارٍ تحت الشمس (نهاراً) في الصيف محطة تلعفر بواقع (250.0) في شهر تموز، بينما سجل أدنى القيم بلغت (70.0) في شهر حزيران لمحطة ربيعة .

– إن أعلى قيم للكسب الحراري سجلت لجسم يرتدي ملابس تحت الشمس (نهاراً) في الصيف في شهر تموز بلغت (144.0) لمحطة تلعفر، بينما سجل أدنى القيم في شهر تموز بلغت (67.0) في محطة ربيعة .

– أما أعلى قيم للكسب الحراري سجلت لجسم يرتدي ملابس في الليل الصيف في شهر تموز بلغت (56.0) لمحطة تلعفر بينما سجل أدنى القيم في شهر تموز بلغت (36.2) في محطة البعاج .

– تزداد كمية الحرارة المكتسبة في منطقة الدراسة كلما إتجهنا من الشمال الى الجنوب وبالعكس تزداد كمية الحرارة المفقودة بالإتجاه من الجنوب الى الشمال .

– وجود تباين مكاني بين محطات منطقة الدراسة من حيث قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان الناتجة من تطبيق معادلة أدولف في أثناء النهار وأثناء الليل .

– كل الأشهر سجلت فقداً حرارياً لجسم عارٍ تحت الشمس بإستثناء أشهر الصيف وشهر أيلول سجلت كسباً حرارياً في كل المحطات، وكذلك شهر مايس لمحطات تلعفر، البعاج تل عبطة سجلت كسباً حرارياً .

– بإستثناء محطة ربيعة لجسم يرتدي ملابس تحت الشمس (نهاراً) سجلت فقداً حرارياً إمتد لشهر حزيران وبدأ ليعاود من شهر أيلول فقط سجلت كسباً حرارياً لشهري تموز وآب، أما بقية المحطات سجلت فقداً حرارياً لكل الأشهر فقط أشهر الصيف حزيران وتموز وآب سجلت كسباً حرارياً .

– يشهد جسم الإنسان في محطة ربيعة لجسم يرتدي ملابس في الليل سجلت فقداً حرارياً لكل أشهر السنة، أما بقية المحطات سجلت فقداً حرارياً لكل أشهر السنة بإستثناء شهري تموز وآب سجلت كسباً حرارياً .

– أما التوازن الحراري لجسم الإنسان سجل فقداً حرارياً على المستوى السنوي ولكل الفصول ولمختلف أوضاع جسم الإنسان في كل المحطات .

التوصيات :

– العمل على إنشاء شبكة متطورة من المحطات المناخية تغطي مساحة محافظة نينوى بشكل متجانس يديرها كوادر علمية متخصصة توفر قاعدة معلومات مناخية للباحثين وتحدث بشكل دوري .

– وضع موديل رياضي بناءاً على المعطيات المناخية، يوضح الأوقات المناسبة للعمل ونوع النشاط الذي يحتاج اليه الجسم لتأدية فعالياته لتحقيق التوازن الحراري .

– عند ارتفاع درجات الحرارة وعدم شعور الإنسان بالراحة بخاصة خلال أشهر الصيف (حزيران، تموز، آب) عليه إرتداء الملابس الطويلة الفضفاضة ذات الألوان الفاتحة المحكمة النسيج لأن هذا النوع من الملابس يقلل من شدة تأثير درجات الحرارة على الإنسان وتأثيرها على راحته، وإرتداء الملابس الصوفية في الشتاء خلال أشهر (كانون الأول والثاني، شباط) لإنخفاض درجات الحرارة .

– إعتماد قيم التوازن الحراري لجسم الإنسان لتحديد الإحتياجات اللازمة لا سيما في مجال التكييف (التدفئة، التبريد) والصحة العامة لمنطقة الدراسة .

– يجب التنويه بأن قسم من الباحثين يستعمل درجة الحرارة الصغرى لليل ودرجة الحرارة العظمى للنهار وهذا لايجوز إلا بإقترانها بقيم الرطوبة الصغرى والعظمى، لذا فإن أدولف (1947) استخدم درجة حرارة الهواء والدليل على ذلك بإستعماله لعدة معادلات تختلف فيما بينها بالثوابت .

المصـــادر .

(1) جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية، بيانات غير منشورة .
(2) علي صاحب طالب الموسوي، عبد الحسن مدفون أبو رحيل، علم المناخ التطبيقي، جامعة الكوفة، كلية التربية للبنات- كلية الآداب، دار الضياء للطباعة- النجف الأشرف، ط1، 2011، ص211 .
(3) Rabi, Jose, A,. Silva Robson, L,. and Oliveira, Celso, E L,. (2012). Human thermal comfort An irreversibility-based approach emulating empirical clothed-body correlations and the conceptual energy balance equation Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. 34 (4) , p. 451 .
(4) عادل سعيد الراوي، قصي عبد المجيد السامرائي، المناخ التطبيقي، جامعة بغداد، بغداد، 1990، ص251 .
(5) Smith, K,. Principles of Applied Climatology,.(1975), New York, P165 .
(6) علي أحمد غانم، المناخ التطبيقي، الأردن، عمان، دار الميسرة للنشر والتوزيع، 2009، ص47 .
(7) أحمد محمد جبريل ثابت، المناخ وأثره على راحة وصحة الإنسان في الضفة الغربية وقطاع غزة- فلسطين، رسالة ماجستير، الجامعة الإسلامية بغزة - فلسطين،2011، ص134.
(8) يوسف محمد زكري، مناخ ليبيا، دراسة تطبيقية لأنماط المناخ الفسيولوجي، أطروحة دكتوراه، الجزائر، جامعة منتوري، قسنطينة،2005،ص159.
(9) Roghanchi, Pedram,. Sunkpal, Maurice,. and Kocsis, Karoly,. (2015). Understanding the human thermal balance and heat strees indices as they apply to deep and hot US mines, Virginia: 15th North Amercan Mine Ventilation Symposium .P2 .
(10) عادل سعيد الراوي، قصي عبد المجيد السامرائي ، مصدر سابق، ص223 .
(11) Glaser, E, M,. and Newling, P, S,. B, (1957). The Control of Body Temperrature in Thermal Balance Journal of Physiology, 137, 1-11, P1-11 .
(12) قناوي حسين أحمد، المناخ وأثره على راحة الإنسان في مصر العليا، رسالة ماجستير، جامعة جنوب الوادي، كلية الآداب بقنا، 2010، ص139.
(13) عادل سعيد الراوي، قصي عبد المجيد السامرائي، مصدر سابق، ص223 .
(14) علي حسن موسى، المناخ الحيوي، سوريا، دمشق، ط1، 2002، ص155-156.
(15) نفس المصدر، ص151.
(16) أنظر :
- علي حسن موسى، المناخ الحيوي، مصدر سابق، ص152-153 .
- علي حسن موسى، الوجيز في المناخ التطبيقي، مراجعة عبدالرحمن حميدة، جامعة دمشق، كلية الآداب، دار الفكر، 1983، ص97-98 .
- علي حسن موسى، المناخ التطبيقي، كلية الآداب، جامعة دمشق، الأنصار للنشر والتوزيع،2006، ص104-106.
(17) عادل سعيد الراوي، قصي عبد المجيد السامرائي، مصدر سابق، ص221-220 .
(18) أنظر :
- علي حسن موسى، المناخ التطبيقي، مصدر سابق، ص100-101.
- علي حسن موسى، الوجيز في المناخ التطبيقي، مصدر سابق، ص96 .
- عبد علي الخفاف، ثعبان كاظم خضير، المناخ والإنسان، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن، ،ص31 .

المصادر

( )Republic of Iraq, Ministry of Transport and Communications, Iraqi Meteorological Authority, unpublished data.
( )Ali Sahib Talib Al-Moussawi, Abdul Hassan Madfoun Abu Rahil, Applied Climatology, University of Kufa, College of Education for Girls - College of Arts, Dar Al-Diaa Printing House - Najaf Al-Ashraf, 1st ed., 2011, p. 211.
( )Rabi, Jose, A,. Silva Robson, L,. and Oliveira, Celso, E L,. (2012). Human thermal comfort An irreversibility-based approach emulating empirical clothed-

body correlations and the conceptual energy balance equation Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. 34 (4), p. 451.

( )Adel Saeed Al-Rawi, Qusay Abdul Majeed Al-Samarrai, Applied Climatology, University of Baghdad, Baghdad, 1990, p. 251.

( )Smith, K,. Principles of Applied Climatology,.(1975), New York, P165.

( )Ali Ahmed Ghanem, Applied Climate, Jordan, Amman, Al-Maisarah Publishing and Distribution House, 2009, P47.

( )Ahmed Mohammed Jibril Thabet, Climate and its Impact on Human Comfort and Health in the West Bank and Gaza Strip - Palestine, Master's Thesis, Islamic University of Gaza - Palestine, 2011, P134.

( )Youssef Mohammed Zakri, Climate of Libya, Applied Study of Physiological Climate Patterns, PhD Thesis, Algeria, University of Mentouri, Constantine, 2005, P159.

( )Roghanchi, Pedram,. Sunkpal, Maurice,. and Kocsis, Karoly,. (2015). Understanding the human thermal balance and heat strees indices as they apply to deep and hot US mines, Virginia: 15th North American Mine Ventilation Symposium .P2.

( )Adel Saeed Al-Rawi, Qusay Abdul Majeed Al-Samarrai, previous source, p. 223.

( )Glaser, E, M,. and Newling, P, S,. B, (1957). The Control of Body Temperature in Thermal Balance Journal of Physiology, 137, 1-11, P1-11.

( )Qanawi Hussein Ahmed, Climate and its Effect on Human Comfort in Upper Egypt, Master's Thesis, South Valley University, Faculty of Arts, Qena, 2010, p. 139.

( )Adel Saeed Al-Rawi, Qusay Abdul Majeed Al-Samarrai, previous source, p. 223.

( )Ali Hassan Musa, Bioclimate, Syria, Damascus, 1st ed., 2002, pp. 155-156.

( )The same source, p. 151.

( )See:

-Ali Hassan Musa, Bioclimate, previous source, pp. 152-153.

-Ali Hassan Musa, Concise Applied Climate, reviewed by Abdulrahman Hamida, Damascus University, Faculty of Arts, Dar Al-Fikr, 1983, pp. 97-98.

-Ali Hassan Musa, Applied Climate, Faculty of Arts, Damascus University, Al-Ansar for Publishing and Distribution, 2006, pp. 104-106.

( )Adel Saeed Al-Rawi, Qusay Abdul Majeed Al-Samarrai, previous source, pp. 220-221.

( )See:

-Ali Hassan Musa, Applied Climate, previous source, pp. 100-101.

-Ali Hassan Musa, Concise Applied Climate, previous source, p. 96.

-Abdul Ali Al-Khaffaf, Kazim Khadir’s Snake, Climate and Man, Dar Al-Masirah for Publishing, Distribution and Printing, Amman, Jordan, p. 31.